

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 11346006 A

(43) Date of publication of application: 14.12.99

(51) Int. Cl H01L 33/00

(21) Application number: 10149584

(71) Applicant: ROHM CO LTD

(22) Date of filing: 29.05.98

(72) Inventor: SANO MASASHI  
SUZUKI NOBUAKI  
SUZUKI SHINICHI

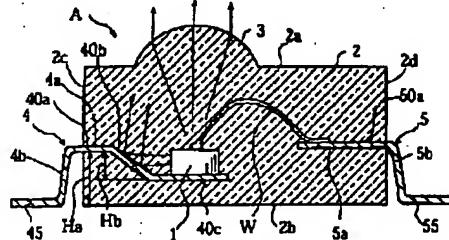
(54) SEMICONDUCTOR DEVICE

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To enhance the focussing effect of a lens part as well as the optical function performed by a semiconductor device causing no nonconformity at all such as the expansion of the whole semiconductor or the liable occurrence of cracking in a resin package.

SOLUTION: A semiconductor device is provided with a lead 4 having a diebonding region 40c loaded with a semiconductor chip 1, a resin package 2 having vertical thickness sealing in the semiconductor chip 1 as well as a lens part 3 provided on the upper side 2a of this resin package 2 while a part of the lead 4 is turned into an inner lead 4a advancing in this resin package 2 from the side part 2c of this resin package 2. In such a semiconductor device, the diebonding region 40c is provided on the position lower than the base end 40a of the inner lead 4a near the side part 2c of the resin package 2.

COPYRIGHT: (C)1999,JPO



(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-346006

(43)公開日 平成11年(1999)12月14日

(51)Int.Cl.\*

識別記号

H 01 L 33/00

F I

H 01 L 33/00

N

審査請求 未請求 請求項の数3 OL (全7頁)

(21)出願番号 特願平10-149584

(22)出願日 平成10年(1998)5月29日

(71)出願人 000116024

ローム株式会社

京都府京都市右京区西院溝崎町21番地

(72)発明者 佐野 正志

京都市右京区西院溝崎町21番地 ローム株式会社内

(72)発明者 鈴木 伸明

京都市右京区西院溝崎町21番地 ローム株式会社内

(72)発明者 鈴木 優一

京都市右京区西院溝崎町21番地 ローム株式会社内

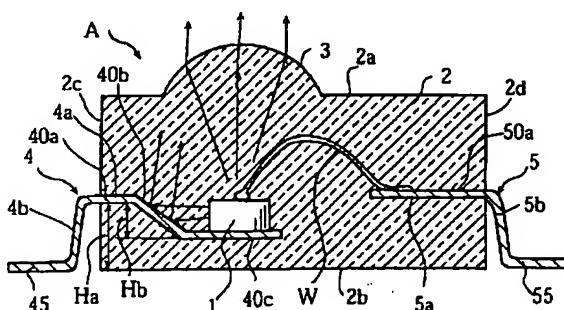
(74)代理人 弁理士 吉田 稔 (外2名)

(54)【発明の名称】 半導体装置

(57)【要約】

【課題】半導体装置全体が大型化したり、あるいは樹脂パッケージに亀裂が生じ易くなるといった不具合を生じさせることなく、レンズ部の集光効果を高め、半導体装置に具備される光学的機能を高める。

【解決手段】半導体チップ1を搭載したダイボンディング領域40cを有するリード4と、半導体チップ1を封入した上下方向に厚みを有する樹脂パッケージ2と、この樹脂パッケージ2の上面部2aに設けられたレンズ部3とを具備しており、かつリード4の一部は、樹脂パッケージ2の側面部2cからこの樹脂パッケージ2内に進入している内部リード部4aとされている、半導体装置であって、リード4のダイボンディング領域40cは、樹脂パッケージ2の側面部2c近傍における内部リード部4aの基端部40aよりも低い位置に設けられている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 半導体チップを搭載したダイポンディング領域を有するリードと、上記半導体チップを封入した上下方向に厚みを有する樹脂パッケージと、この樹脂パッケージの上面部に設けられたレンズ部とを具備しており、かつ上記リードの一部は、上記樹脂パッケージの側面部からこの樹脂パッケージ内に進入している内部リード部とされている、半導体装置であって、上記リードのダイポンディング領域は、上記樹脂パッケージの側面部近傍における上記内部リード部の基端部よりも低い位置に設けられていることを特徴とする、半導体装置。

【請求項2】 上記内部リード部は、上記基端部から上記ダイポンディング領域に近づくほどその高さが低くなるように傾斜した傾斜部を有しており、かつこの傾斜部の表面は、上記半導体チップとレンズ部とのそれぞれに対向している、請求項1に記載の半導体装置。

【請求項3】 上記半導体チップは、可視光もしくはそれ以外の波長領域の光を発する発光素子、または可視光もしくはそれ以外の波長領域の光を感知するための受光素子である、請求項1または2に記載の半導体装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【技術分野】 本願発明は、たとえば所望位置へ光を照射するための光源装置として、あるいは所望の光を感知するための受光装置などとして好適に構成される半導体装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 従来の半導体装置の一例を図6に示す。同図に示す半導体装置Bは、光源装置として構成されたものであり、透明な樹脂パッケージ90内にLEDチップ1eが埋設されており、上記樹脂パッケージ90の上面部90aには凸レンズとしてのレンズ部91が形成されている。上記LEDチップ1eをポンディングしたりード92aと、上記LEDチップ1eとワイヤWを介して接続されたりード92bとのそれは、上記樹脂パッケージ90の内部に位置する内部リード部93a、93bと、その外部に位置する外部リード部94a、94bとに区分され、それら外部リード部94a、94bの先端部分には面実装用の端子部95a、95bが形成されている。

【0003】 上記半導体装置Bでは、LEDチップ1eから上方に発せられた光を、レンズ部91によってその光軸に接近させる方向に屈折させることができる。したがって、上記レンズ部91を通過して外部に出射する光がそのまま大きな角度で広がるように進行することを抑制して、その出射光に指向性をもたらすことができ、たとえば特定部分への光の照射効率を高めることができるとなる。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上記従来の半導体装置Bでは、次に述べるような不具合があつた。

【0005】 すなわち、上記レンズ部91による集光効果を高めて、レンズ部91を通過する光の指向性あるいは集光性を高めるには、レンズ部91とLEDチップ1eとの間隔を大きくする必要がある。LEDチップ1eから発せられた光は一定の広がり角度をもってレンズ部91に到達するために、このLEDチップ1eとレンズ部91との間隔が大きいほど、LEDチップ1eから発せられてレンズ部91に入射する光を光軸に平行な光線に近づけることができ、レンズ部91によってその光軸方向に大きく屈折させることが可能となるからである。

【0006】 従来において、上記レンズ部91とLEDチップ1eとの間の距離を大きくする手段としては、樹脂パッケージ90の全体の厚みを大きくすることによって、LEDチップ1eから樹脂パッケージ90の上面部90までの寸法を大きくする手段がある。また、他の手段としては、図7に示すように、樹脂パッケージ90内におけるリード92a、92bの高さを低くする手段もある。

【0007】 ところが、上記前者の手段では、樹脂パッケージ90全体の厚みが大きくなるために、半導体装置全体が大型化する不具合がある。これに対し、上記後者の手段では、半導体装置全体が大型化することについては抑制できるものの、内部リード部93a、93bの全体が樹脂パッケージ90の底面部90bに接近しているために、それら内部リード部93a、93bよりも下方の全域の樹脂の肉厚もが薄くなる。このため、上記後者の手段では、樹脂パッケージ90の底部およびその近傍部分の強度が弱く、これらの部分に亀裂が生じ易くなっていた。とくに、上記樹脂パッケージ90のうち、内部リード部93a、93bの基端部96a、96bの周辺部分は、外部リード部94a、94bをそれらに最も近い位置で支持しており、これら外部リード部94a、94bに作用する外力などを直接受ける部分であるため、その部分には亀裂がより生じ易いものとなっていた。

【0008】 本願発明は、このような事情のもとで考え出されたものであって、半導体装置全体が大型化したり、あるいは樹脂パッケージに亀裂が生じ易くなるといった不具合を生じさせることなく、レンズ部の集光効果を高め、半導体装置に具備される光学的機能を高めることをその課題としている。

## 【0009】

【発明の開示】 上記の課題を解決するため、本願発明では、次の技術的手段を講じている。

【0010】 本願発明によって提供される半導体装置は、半導体チップを搭載したダイポンディング領域を有するリードと、上記半導体チップを封入した上下方向に厚みを有する樹脂パッケージと、この樹脂パッケージの

上面部に設けられたレンズ部とを具備しており、かつ上記リードの一部は、上記樹脂パッケージの側面部からこの樹脂パッケージ内に進入している内部リード部とされている、半導体装置であって、上記リードのダイボンディング領域は、上記樹脂パッケージの側面部近傍における上記内部リード部の基端部よりも低い位置に設けられていることに特徴づけられる。

【0011】本願発明では、半導体チップを可視光やそれ以外の波長領域の光、たとえば赤外光などを発する発光素子とすることにより、本願発明に係る半導体装置を所定の光を発する光源装置として構成することができる。また、これに代えて、本願発明は、上記半導体チップをフォトダイオード、フォトトランジスタ、あるいは赤外光用の受光素子など、可視光やそれ以外の波長領域の光を受光するための受光素子とすることにより、所定の光を受光してこれを感知可能な受光装置として構成することもできる。本願発明に係る半導体装置を発光装置として構成した場合には、半導体チップから発せられて樹脂パッケージの上面部からレンズ部を通過して外部に出射する光を上記レンズ部の光軸に接近する方向に屈折させることができ、その指向性あるいは集光性を高めて、所定部分への光の照射効率を高めることができる。これに対し、本願発明に係る半導体装置を受光装置として構成した場合には、樹脂パッケージの外部からレンズ部を通過して樹脂パッケージ内に入射する光を集めさせてから半導体チップに受光させることができ、その受光感度を高めることができる。

【0012】本願発明では、半導体チップを搭載したリードのダイボンディング領域を樹脂パッケージ内の低い位置に設けているために、樹脂パッケージ全体の厚みを大きくすることなく、樹脂パッケージの上面部のレンズ部と半導体チップとの間隔を大きくすることができる。したがって、半導体装置全体の大型化を回避しつつ、レンズ部の集光効果を高めることができるとなり、本願発明に係る半導体装置を光源装置や受光装置として構成した場合には、それらの小型化とそれらの光学的機能の向上とが同時に達成できるという効果が得られる。

【0013】さらに、重要な効果として、本願発明では、半導体チップを搭載したリードのダイボンディング領域を部分的に低くしているに過ぎないために、半導体チップを搭載したリードの全体の高さを低くする従来の手段とは異なり、内部リード部の下方部分の全域にわたって樹脂の肉厚が薄くなるようなことはない。したがって、樹脂パッケージの底部およびその近傍部分の強度が大きく低下しないようにでき、それらの部分に亀裂が生じ難いものができる。とくに、本願発明では、リードのダイボンディング領域を内部リード部の基端部よりも低くしているために、その基端部の下方部分については樹脂パッケージの肉厚を大きくすることができ、従来において最も亀裂が生じ易くなっていた部分の強度を高め、

その部分に亀裂が生じ難いものにすることができる。したがって、本願発明によれば、亀裂の生じ難い品質の良い半導体装置を提供することができる。

【0014】好ましくは、上記内部リード部は、上記基端部から上記ダイボンディング領域に近づくほどその高さが低くなるように傾斜した傾斜部を有しており、かつこの傾斜部の表面は、上記半導体チップとレンズ部とのそれぞれに対向している。

【0015】このような構成によれば、リードの内部リード部に設けられた傾斜部の存在によって、上記リードのダイボンディング領域が内部リード部の基端部よりも低い位置に配された構造にでき、ダイボンディング領域を内部リード部の基端部よりも低い位置に設けることが適切かつ簡単に行える。また、上記傾斜部の表面は、半導体チップとレンズ部とのそれぞれに対向しているために、半導体チップから発せられた光の一部をこの傾斜部の表面によってレンズ部に向けて反射させ、あるいはレンズ部を通過してきた光をこの傾斜部の表面によって半導体チップに向けて反射させることも可能となり、光源装置として構成された場合の発光効率、または受光装置として構成された場合の受光感度を一層高めることができるという利点も得られる。

【0016】本願発明のその他の特徴および利点は、次の発明の実施の形態の説明から、より明かになるであろう。

#### 【0017】

【発明の実施の形態】以下、本願発明の好ましい実施の形態について、図面を参照しつつ具体的に説明する。

【0018】図1は、本願発明に係る半導体装置の一例を示す斜視図である。図2は、図1のII-II断面図である。

【0019】図1および図2に示す半導体装置Aは、面実装型の光源装置として構成されている。この半導体装置Aは、発光機能を備えた光半導体チップとしてのLEDチップ1、金線などのワイヤW、樹脂パッケージ2、レンズ部3、第1のリード4、および第2のリード5を具備して構成されている。

【0020】上記樹脂パッケージ2は、全体の形状が略直方体状であり、LEDチップ1から発せられた光をこの樹脂パッケージ2の外部に出射可能な透明樹脂製、たとえばフィラを含有しない透明なエポキシ樹脂製である。上記レンズ部3は、上記樹脂パッケージ2の上面部2aの一定領域が上方に向けて膨出した凸レンズとして構成されており、上記樹脂パッケージ2と一体的に形成されている。

【0021】上記第1のリード4および第2のリード5は、ともに銅などの金属製であり、後述する共通の製造用フレームから形成されたものである。上記第1のリード4は、上記樹脂パッケージ2内に埋設されている内部リード部4aと、樹脂パッケージ2の側面部2cからそ

の外方に突出した外部リード部4 bとを有している。外部リード部4 bには、適宜屈曲加工が施されており、その先端部は面実装用の端子部4 5とされている。この端子部4 5の下面は、樹脂パッケージ2の底面部2 bと略同高さであり、また上記底面部2 bと略平行である。

【0022】上記内部リード部4 aは、基端部4 0 a、傾斜部4 0 b、およびダイポンディング部4 0 cを有している。上記基端部4 0 aは、樹脂パッケージ2の側面部2 cの近傍に位置してその側面部2 cから樹脂パッケージ2の中央部に向けて延びた部分であり、樹脂パッケージ2の底面部2 bから寸法H aだけ上方の比較的高い部分に位置している。上記ダイポンディング部4 0 cは、上記LEDチップ1をその上面にポンディングした部分であり、上記レンズ部3の直下に位置している。上記傾斜部4 0 bは、上記基端部4 0 aとダイポンディング部4 0 cとを繋ぐ部分であり、基端部4 0 aからダイポンディング部4 0 cに向けて進むにしたがってその高さが低くなるように傾斜している。このため、上記ダイポンディング部4 0 cは、その高さが適當な寸法H bだけ基端部4 0 aよりも低くなっている。上記傾斜部4 0 bの表面は、上記LEDチップ1の側面とレンズ部3とのそれぞれに向向しており、上記LEDチップ1からこの傾斜部4 0 bに向けて進行してきた光をレンズ部3に向けて反射可能な光反射面とされている。この傾斜部4 0 bの光の反射効率を高める手段として、この傾斜部4 0 の表面に白色の塗装を施したり、あるいはこの第1のリード4の外表面よりも光沢のある金属膜を形成するといった手段を講じてもかまわない。

【0023】上記第2のリード5は、上記第1のリード4と同様に、樹脂パッケージ2内に埋設されている内部リード部5 aと、樹脂パッケージ2の側面部2 dからその外方に突出した外部リード部5 bとを有している。上記内部リード部5 aは、ワイヤWを介してLEDチップ1と導通している。上記外部リード部5 bの先端部は、樹脂パッケージ2の底面部2 bと略同高さで、かつ上記底面部2 bと略平行な下面を有する面実装用の端子部5 5とされている。

【0024】上記半導体装置Aは、従来の半導体装置と同様な方法で製造することができる。すなわち、上記半導体装置Aは、上記第1のリード4や第2のリード5の原型となる一対のリード部を有するリードフレームと称されるタイプの製造用フレームを利用して製造することができる。より具体的には、まず上記製造用フレームの上記一対のリード部にLEDチップ1やワイヤWをポンディングした後に、トランスマルチモールド法などを用いて上記LEDチップ1、ワイヤW、およびその周辺部分を透明エポキシ樹脂によって樹脂モールドし、樹脂パッケージ2を成形する。その際にレンズ部3を一体成形することができる。その後は、上記製造用フレームにいわゆるリードカット作業とフォーミング加工とを施し、上

記樹脂パッケージ2から外部に露出している部分に面実装用の端子部4 5、5 5を形成する。これにより、上記半導体装置Aを得ることができるが、上記第1のリード4の傾斜部4 0 bは、製造用フレームの段階で予め設けておく。また、第1のリード4と第2のリード5とは、結局は、元々は共通の製造用フレームから形成されるものであるため、この半導体装置Aでは、第1のリード4の基端部4 0 aと第2のリード5の内部リード部5 aとは略同一高さとなっている。

【0025】次に、上記半導体装置Aの作用について説明する。

【0026】まず、上記半導体装置Aでは、LEDチップ1を発光させた場合に、このLEDチップ1からレンズ部3に向けて進行した光をこのレンズ部3によってその光軸方向に屈折させることができる。その一方、上記LEDチップ1は、第1のリード4の高さの低いダイポンディング部4 0 cに実装されているために、このLEDチップ1と上記レンズ部3との間の距離を長めにとることができ。このため、LEDチップ1からレンズ部3に到達する光の広がり角度を小さくすることが可能となり、その分だけレンズ部3を通過した光線をレンズ部3の光軸に対して平行に近い光線にすることができる。もちろん、レンズ部3の曲面形状を変更するなどして、レンズ部3を通過した光線の一部を所定位置に集束させるように進行させることも可能となる。したがって、レンズ部3を通過した光線が大きな角度で広がって進行することを抑制し、所定部分への光の照射効率を高めることができる。とくに、上記半導体装置Aでは、LEDチップ1からその側方に向けて発せられる光の一部を、第1のリード4の傾斜部4 0 bの表面によってレンズ部3や樹脂パッケージ2の上面部2 aの他の部分に向けて進行させることができるために、光のロスを少なくし、光の照射効率を一層高めることができる。

【0027】上記半導体装置Aは、第1のリード4のダイポンディング部4 0 cの高さは低いものの、第1のリード4の内部リード部4 aのそれ以外の部分や、第2のリード5の内部リード部5 aの全体は、樹脂パッケージ2の底面部2 aよりもかなり高い位置にあり、それらの部分の下方領域における樹脂の肉厚を大きくできる。したがって、樹脂パッケージ2の底部およびその近傍部分の強度がさほど弱くなることはない。また、上記半導体装置Aは、たとえばハンダリフロー法を用いて上記一対の端子部4 5、5 5を所望の回路基板上に容易にハンダ付けすることができる。このような面実装状態では、半導体装置Aの全体が外部リード部4 b、5 bによって支持された構造となっており、樹脂パッケージ2や外部リード部4 b、5 bに何らかの力が加わったときには、その力は内部リード部4 a、5 aの基端部4 0 a、5 0 aの周辺部分に作用し易い。ところが、上記半導体装置Aは、上記基端部4 0 a、5 0 aが樹脂パッケージ2の底

面部2bよりもかなり高い位置に存在しており、その周辺部分の樹脂パッケージ2の肉厚は大きいため、上述した力によってはその周辺部分に容易に亀裂が生じないようにすることができる。

【0028】図3ないし図5は、本願発明に係る半導体装置の他の例をそれぞれ示しており、図3および図5はその断面図であり、図4はその要部斜視図である。なお、先の実施形態と同一部分は、同一符号で示し、その説明は省略する。

【0029】図6に示す半導体装置Aaは、第1のリード4Aのダイポンディング部40cに、傾斜部40bと対をなす傾斜部40dをさらに追加して設けたものであり、この傾斜部40dの表面も、他の傾斜部40bと同様に、LEDチップ1とレンズ部3とのそれぞれに対向している。このような構成によれば、LEDチップ1からその側方に向けて発せられた光を上記2つの傾斜部40b, 40dによってレンズ部3に向けて反射させることができる。また、樹脂パッケージ2の上面部2aの他の領域にも進行させることができる。したがって、樹脂パッケージ2の上面部2aからの出射光量をより多くすることができます。

【0030】図7に示す構成では、第1のリード4Bの先端部を略カップ状または一定の深さを有する受け皿状に形成し、ダイポンディング部40cの周囲全周に一定高さを有する周壁部46を連設している。この周壁部46は、LEDチップ1の周囲を囲んでいる。このような構成によれば、LEDチップ1からその周囲に向けて発せられた光の多くを、上記周壁部46の内壁面全周によって反射させ、その反射光をLEDチップ1の上方へ進行させることができます。したがって、樹脂パッケージ2の上面部2aからの出射光量をさらに多くすることができます。

【0031】図8に示す半導体装置Abは、図3に示した半導体装置Aaの傾斜部40dに代わる傾斜部56を、第2のリード5Aに設けたものである。この半導体装置Abにおいても、先の半導体装置Aaと同様に、LEDチップ1から発せられた光の一部を傾斜部40b, 56によって反射させて上方へ進行させることができ、樹脂パッケージ2の上面部2aからの出射光量を多くすることができます。

【0032】また、上記の各実施形態において、第1のリード4, 4Aまたは/および第2のリード5, 5Aの樹脂パッケージ2内の適部に傾斜部40b, 40d, 56を設けてあることにより、この半導体装置をハンダリフローの手法によって面実装する際に、ワイヤWにストレスが作用して断線するという問題を解消ないしは軽減することができる、という付加的な効果を期待することができる。すなわち、樹脂パッケージは、フィラの混入していない透明エポキシ樹脂が用いられるところから、比較的線膨張係数が大きく、リフロー炉での加熱(たとえ

ば240°C)によって膨張し、冷却過程において収縮する。そして、ガラス転移点(たとえば120°C)より高温の範囲での冷却過程においては、依然軟化した状態となる。一方、リフロー・ハンドは、その固化温度(たとえば183°C)で固化して各リードを基板に固定する。したがって、ハンドの固化温度からの冷却過程においては、リードが固定された状態で、樹脂パッケージがなお収縮を続けることになり、各リード4, 4A, 5, 5Aに引き抜き方向の力が作用する。上記各実施形態では、これらのリードに傾斜部40b, 40d, 56を設けてあることにより、上記のような引き抜き方向の力が作用しても、実際にリードが樹脂パッケージに対して相対的に引き抜き方向に動いてしまうことを防止する。したがって、ワイヤWに作用するストレスを軽減して、このワイヤが断線に至ることを防止ないしは軽減することができる。

【0033】本願発明に係る半導体装置の各部の具体的な構成は、上述した実施形態に限定されない。

【0034】上述の実施形態では、半導体チップとしてLEDチップが使用された光源装置を構成した場合について説明しているが、既に述べたように、本願発明は、半導体チップとしては種々のものを用いることができ、たとえば可視光以外の赤外光などの特定波長領域の光を発する光源装置(発光装置)として、あるいはそれらの光を感知するための受光装置として構成することができる。むろん、共通の樹脂パッケージ内に発光素子と受光素子とを間隔を隔てて埋設することにより、本願発明に係る半導体装置をフォトインラブアとして構成することもできる。また、樹脂パッケージの材質も限定されず、たとえば可視光を遮断して赤外光のみを透過させる樹脂などを用いるといったことも可能である。

【0035】その他、本願発明に係る半導体装置の各部の具体的な構成は、種々に設計変更自在である。本願発明では、半導体チップを搭載したリードのダイポンディング部がその内部リードの基端部よりも低くする必要があるが、それらの具体的な高低差の寸法値は限定されない。また、ダイポンディング部を内部リード部よりも低くするための手段としては、必ずしもリードの一部に傾斜部を設ける必要もなく、たとえば内部リード部の全体を傾斜させる手段、あるいは基端部とダイポンディング部との間に樹脂パッケージの厚み方向に沿って略垂直状に立ち下がった非傾斜状の屈曲部分を設けるといった手段を採用してもかまわない。さらに、本願発明では、レンズ部の具体的なサイズなども限定されない。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本願発明に係る半導体装置の一例を示す斜視図である。

【図2】図1のII-II断面図である。

【図3】本願発明に係る半導体装置の他の例を示す断面図である。

【図4】本願発明に係る半導体装置の他の例を示す要部斜視図である。

【図5】本願発明に係る半導体装置の他の例を示す断面図である。

【図6】従来の半導体装置の一例を示す断面図である。

【図7】従来の半導体装置の他の例を示す断面図である。

【符号の説明】

1 LEDチップ(半導体装置)

2 樹脂パッケージ

2a 上面部(樹脂パッケージの)

2b 底面部(樹脂パッケージの)

2c, 2d 側面部(樹脂パッケージの)

3 レンズ部

4 第1のリード

4a 内部リード部(第1のリードの)

5 第2のリード

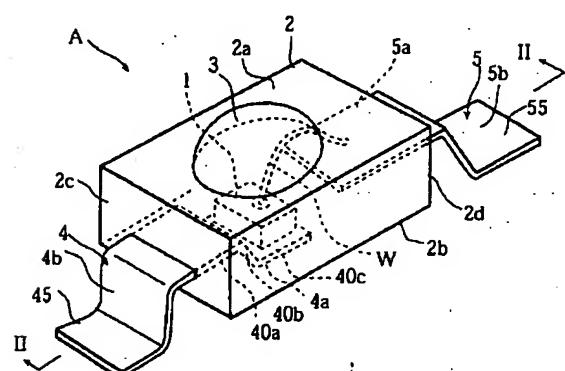
40a 基端部

40b, 40c 傾斜部

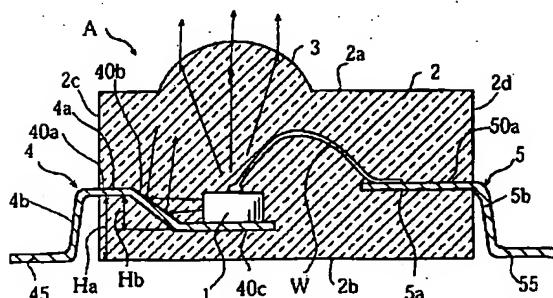
40c ダイボンディング部(ダイボンディング領域)

A, Aa, Ab 半導体装置

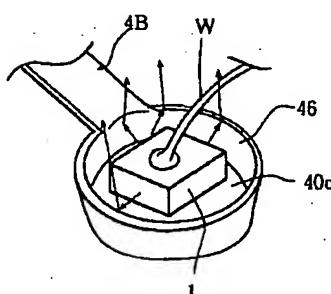
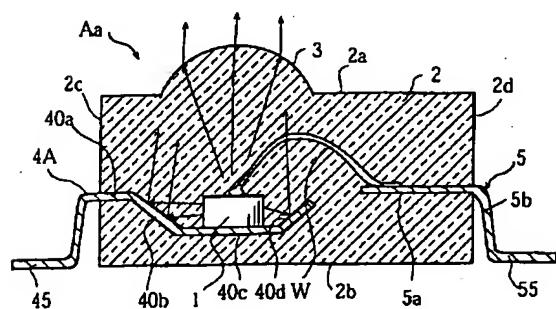
【図1】



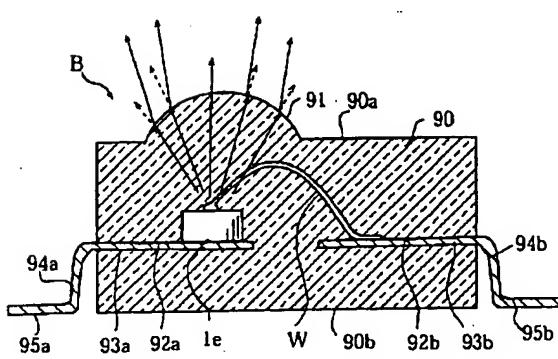
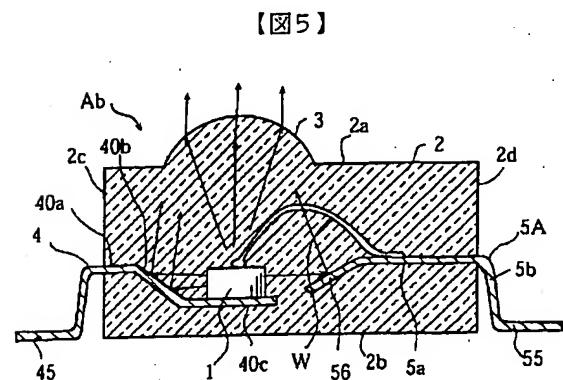
【図2】



【図3】



【図6】



【図7】

